



TITLE:

平成30年7月豪雨による災害の総合
研究 --平成30年度科学研究費補助
金(特別研究促進費)--

AUTHOR(S):

山本, 晴彦

CITATION:

山本, 晴彦. 平成30年7月豪雨による災害の総合研究 --平成30年度科学研究費補助金(特別研究促進費)--. 自然災害科学総合シンポジウム講演論文集 2019, 56: 7-20

ISSUE DATE:

2019-09-11

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/244300>

RIGHT:

平成30年7月豪雨による災害の総合研究 — 平成30年度科学研究費補助金（特別研究促進費） —

山本 晴彦

研究代表者 山口大学大学院創成科学研究科

要 旨

「平成30年7月豪雨」について、①数日にわたり広域的な豪雨を継続させた線状降水帯の発生成明、②大規模な洪水災害を引き起こしたメカニズムの解明、③多発した土砂災害におけるメカニズムの解明、④防災情報の住民への伝達と避難の実態解明、⑥都市開発の歴史と災害リスクの変遷に焦点を絞り、研究組織を構成し、研究調査を実施した。ここに、得られた研究成果について、その一部を報告する。

1. はじめに

2018年7月5日から7日にかけて、梅雨前線が九州北部から近畿地方に停滞し、長時間にわたり豪雨が続いた。本豪雨により、各地で河川の氾濫や土砂災害が多発し、甚大な人的被害（死者224名、行方不明者8名）が生じ、住家の全半壊17,600棟、浸水被害は30,500棟に達する平成では最大の被害規模となり、気象庁により「平成30年7月豪雨」と命名された。

文部科学省研究開発局地震・防災研究課や自然災害研究協議会と協議を重ね、『平成30年7月豪雨による災害の総合研究』の研究課題名で交付を受け、①数日にわたり広域的な豪雨を継続させた線状降水帯の発生成明、②大規模な洪水災害を引き起こしたメカニズムの解明、③多発した土砂災害におけるメカニズムの解明、④防災情報の住民への伝達と避難の実態解明、⑥都市開発の歴史と災害リスクの変遷に焦点を絞り、近畿中国四国地方の防災研究者を中心に文理融合・オールジャパンで研究調査を実施した。

研究組織は、①気象、②水文学・河川工学、③地盤工学・砂防学、④防災情報・避難、⑤災害歴史・災害リスクの5グループで構成し、各グループにおける研究内容、グループ間での協力体制は図1に示す通りである。なお、各調査研究グループには研究推進を担当するグループリーダー（下線）を配置した。

研究組織は、山口大学、京都大学、広島大学、東京大学、岡山大学を含む19機関、56名である。

研究分担者（33名）

①気象グループ（竹見哲也、中村尚、高菰縁、万田敦昌、鈴木真一、田中健路、佐々浩司、中北英一、

高菰出）

②水文学・河川工学グループ（朝位孝二、前野詩朗、河原能久、王功輝、安田浩保、張浩、門田章宏）

③地盤工学・砂防学グループ（海堀正博、竹林洋史、土田孝、松四雄騎、森伸一郎、笹原克夫、八木浩司、佐藤剛、木村詩）

④防災情報・避難グループ（畑山満則、牛山素行、中野晋、矢守克也）

⑤災害歴史・災害リスクグループ（山本晴彦、田中貴宏、塚本俊明、村上ひとみ）

研究協力者（23名）

①気象グループ（小坂優、森正人、平野洪賓、山口弘誠、鈴木賢士、仲江川敏之、清野直子、今田由紀子、川瀬宏明、津口裕茂）

③地盤工学・砂防学グループ（長谷川祐治、山崎新太郎、千木良雅弘、原忠）

④防災情報・避難グループ（高木朗義、梶谷義雄、野島暢呂、小山真紀、湯浅恭史、武藤祐則、渥美公秀、竹之内健介、稲場圭信）

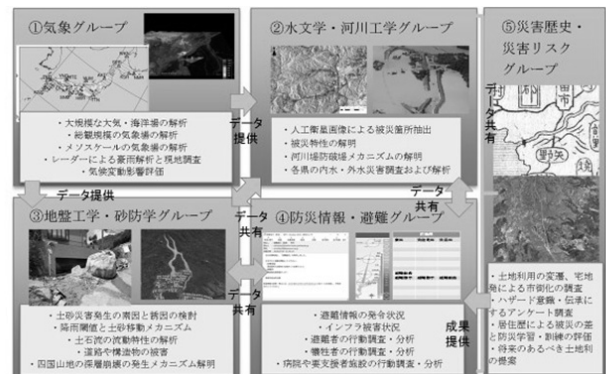


図1 研究内容および研究グループ間の連携体制

2. 各研究グループの研究計画と成果の概要

2.1 気象グループ

平成30年7月豪雨は、地球規模の大規模な大気・海洋場、台風や梅雨前線など総観規模の気象条件、豪雨を発生させた線状降水帯など積乱雲群活動に係わるメソスケールの気象条件や物理過程、豪雨をもたらした積乱雲内部の雲物理過程など、マルチスケールの大気・海洋現象が関与していると考えられる。また、平成最悪の犠牲者を出した風水害である今回の豪雨災害は、地球温暖化の影響が現れた予兆であることも懸念され、気候変動影響を評価することも必要不可欠であり、今後の防災・減災対策に資するために礎となる取組みが重要である。

本グループでは、大規模な大気循環異常の形成に関わるプロセス、西日本広域に降水システムが持続した大規模環境場要因、梅雨前線帯での線状降水帯形成に及ぼす海洋影響、総観規模の気象場の特徴と季節進行の影響、停滞性降水系が発達したメソスケールの大気環境条件と降水集中化のメカニズム解明、地上雨量観測やXバンドレーダーによる中国地方・四国地方といった地域別の大雨の実態の分析、国土交通省XRAINデータによる豪雨の構造の分析と周囲大気場の特徴に見られる気候変動影響評価、全球・領域気候モデルによる大規模アンサンブルデータによる豪雨発生の大規模循環場・メソスケール大気場に現れる気候変動影響の評価といった研究を実施した。大規模循環場から局地規模での気象場と線状降水帯について、客観解析データの解析、レーダーデータの解析、数値気象モデルによる再現実験等の手段により研究を進め、平成30年7月豪雨災害をもたらした大気場の特徴に及ぼす気候変動影響を分析した。さらに、将来の気候変動を見据えつつ、今後の豪雨防災・減災のために取り組むべき課題を提示した。

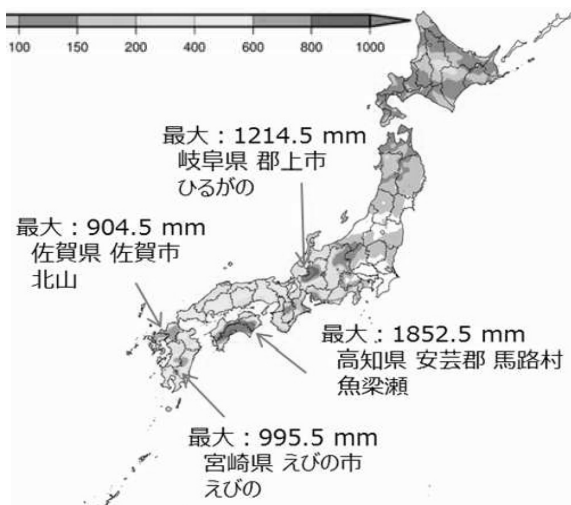


図2 AMeDASによる豪雨期間(2018年6月28日～7月8日)の総雨量(mm)分布

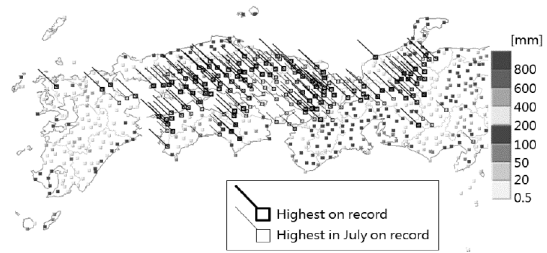


図3 豪雨期間の72時間最大降水量が過去35年のどの期間よりも多かったAMeDAS地点(濃い四角)及び7月上旬の記録を更新した地点(淡い四角)

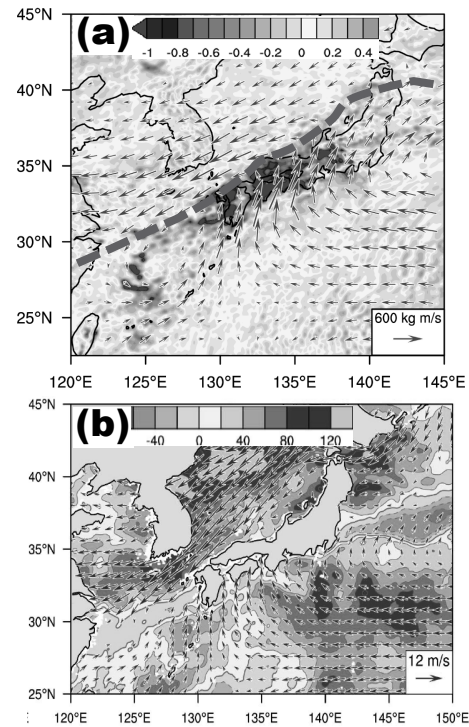


図4 MSMデータに基づく、豪雨ピーク期の(a)鉛直積算水蒸気flux偏差とその収束(青)・発散偏差(100mm/day), 及び(b)海上風偏差(矢印)と海面蒸発に伴う潜熱flux偏差(W/m^2 ; 正值は暖色). (a)の緑破線は梅雨前線の位置.

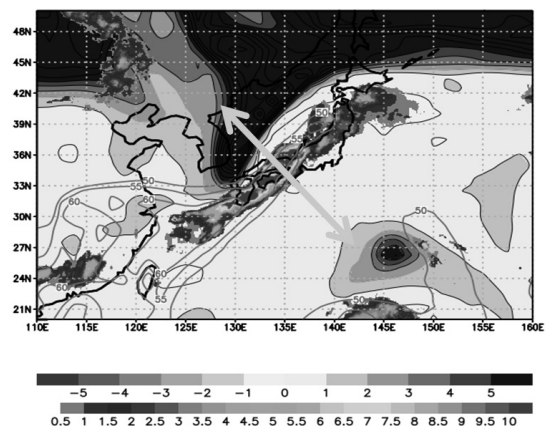


図5 2018年7月7日0 UTCのGSMaP降水量(虹色; $mm\ h^{-1}$), 可降水量(赤色コンター; mm), 350 K等温位面での渦位(赤-青色; PVU).

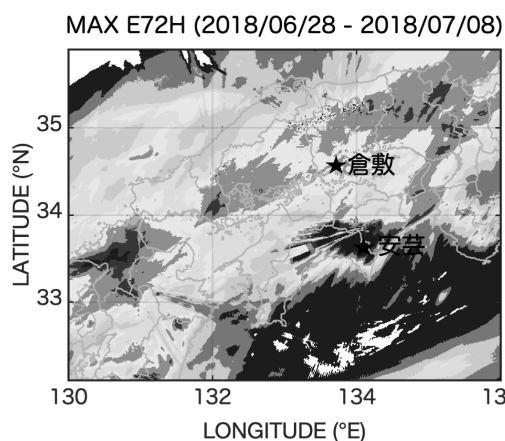


図6 72時間実効雨量の期間最大値

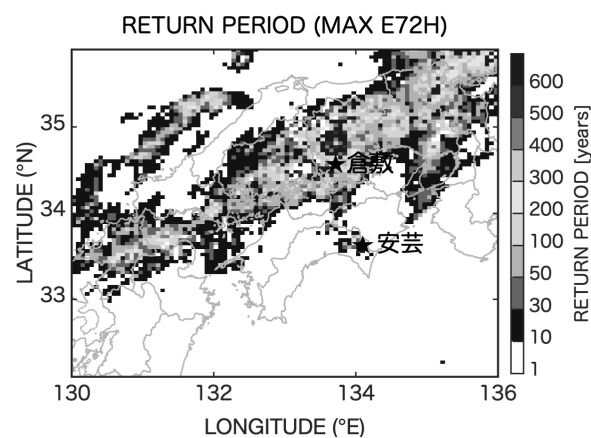


図7 72時間実効雨量期間最大値の再現期間

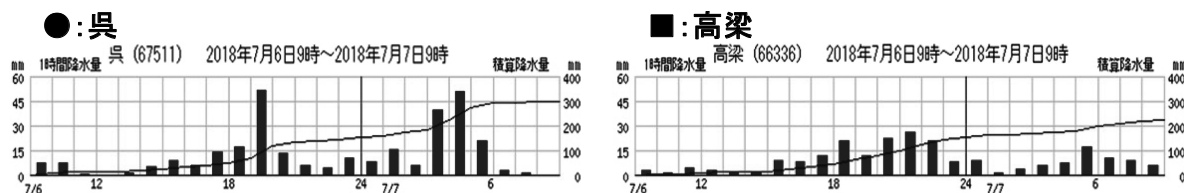
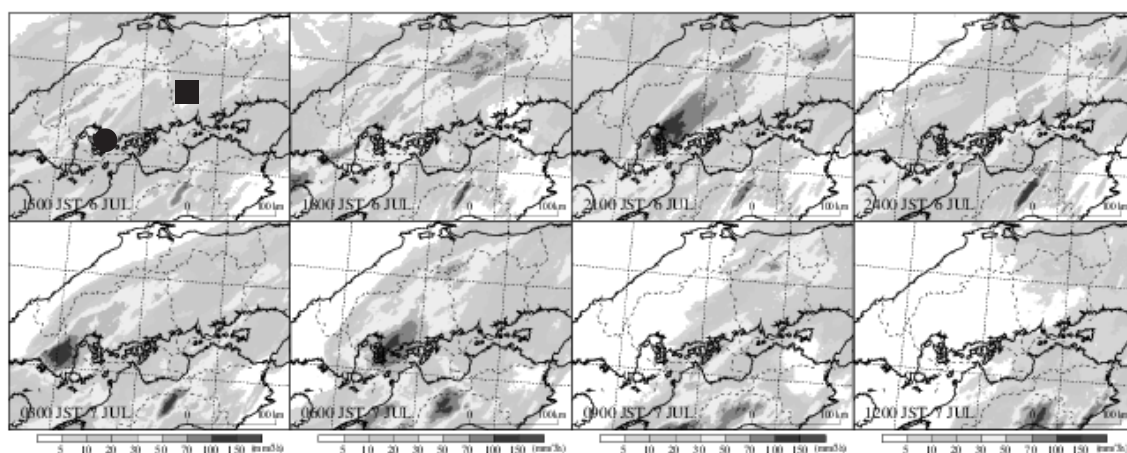


図8上: 2018年7月6日15時から7日12時までの3時間積算降水量の分布. 左下: 広島県呉市の6日09時から7日09時までの降水量の時系列(棒グラフ: 1時間降水量, 線: 積算降水量). 右下: 左下図を同じ. ただし, 岡山県高梁市.

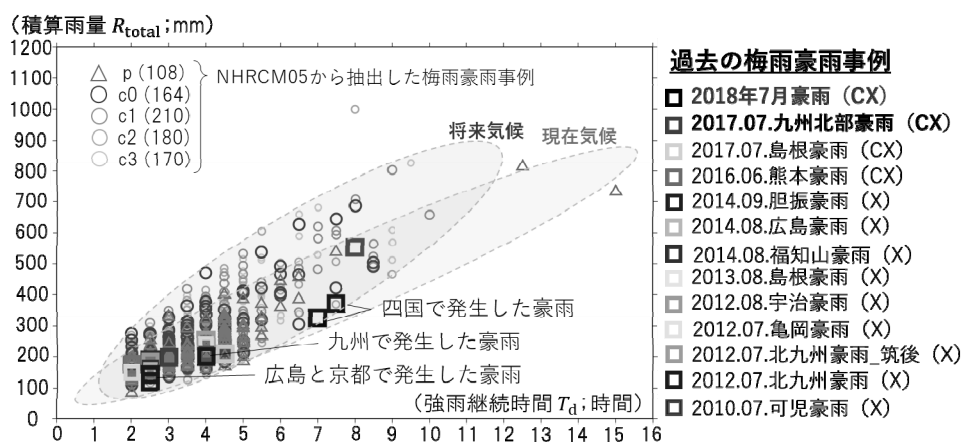


図9 強雨継続時間と積算雨量の将来変化

2.2 水文学・河川工学グループ

今回の豪雨災害は中国地方、四国地方にまたがる広域の大災害であった。本グループは水工学の立場から本豪雨災害について調査研究を実施した。紙面の都合上、その成果の一部を報告するものである。まず、広島県、岡山県、愛媛県および高知県における氾濫被害の調査研究結果を報告する。引き続き岡山県真備町で甚大な氾濫災害を引き起こした小田川の堤防破堤に関する調査結果を報告する。また小田川と高梁川合流部の樹林化と氾濫に関する研究結果を報告する。最後に人工衛星の衛星画像を用いた被災箇所抽出について報告する。各報告の概要を以下に記す。

広島県では7月5日から7日にかけて、広島県の東部から南部にかけて広範囲にわたって記録的豪雨に見舞われた。公共土木施設の3.284箇所が被災し、被害額570億円を記録している。広島県内の一級・二級水系の河川で多くの越水、溢水による氾濫が生じたが、氾濫した河川の流域の日雨量は200年確率以上と推定された。河道内樹木など通水能力が不足しているところで越水・溢水が見られた。また多くの流木や土砂が流れ込んだことも特徴的である。広島県内では、従来の豪雨災害の枠を超えて、ライフラインの面的な被害を通して、相乗的に広域化、長期化した。特に、整備水準が遅れていた中小河川では、流下能力不足による越水、溢水による氾濫、護岸の破損や排水不要による内水氾濫が多発した。改めて、河川の洪水流下能力の管理、堤防の維持管理などの確実な実行に対して、河川管理者に疑問が投げかけられた災害であった。

岡山県内では7月3日～7月8日にかけての総雨量は県内全域でほぼ300mmを超えた。雨量規模は3時間雨量で10～30年確率、24時間雨量で50年確率となり、岡山県では至上稀に見る大雨を記録した。倉敷市真備町を流れる小田川では3.4km左岸と6.4km左岸において洪水流の越水により堤防が決壊した。小田川の支川である末政川、高馬川、真谷川も決壊し真備地区全体の27%が浸水する大水害となった。最大浸水深は5.38mで小田川周辺では4mの箇所が多くあった。高梁川と小田川では合流部付け替えによる治水事業が計画されている。改修前の現況河道と改修後の計画河道を対象とした今次洪水の再現計算を実施した。現状では合流部で背水現象が発生し小田川の水位が上昇するが、改修後は背水現象が発生せず小田川の治水安全性に効果があることが示唆された。

愛媛県西部に位置している肱川は途中多くの支川を合わせながら伊予灘に注ぐ一級河川で、水が溜まりやすく捌けにくい流域になっている。梅雨前線や台風7号から変わった温帯低気圧の影響で7月4日22

時から7日14時までの肱川橋上流域の総雨量は367.4mmに達した。これにより肱川本川においても、大洲第二観測所の水位が既往最大の8.11mを記録し大規模な氾濫が発生した。大洲市東大洲地区では二線堤を越流するなど範囲に渡って被害が発生し浸水面積は462haとなった。大洲地区を対象に氾濫解析を行い浸水の流動形態を検討した。二線堤を越流した水はまず、都谷川付近の水田で浸水が始まり、その後、野田川に沿って徳森地区の方へ浸水が始まる。そして、国道56号線に沿って市街地の方へ浸水が始まるということが明らかになった。

高知県では6月28日18時から7月8日24時までの総降水量は、高知県馬路村魚梁瀬で全国一の1845.0mmを観測したほか、宿毛市、本山町、香美市と須崎市で日降水量、宿毛市、本山町、香美市、南国市、須崎市と四万十町で日最大1時間降水量の7月の1位を更新し、高知県では初めてとなる大雨特別警報を気象庁が発表された。安芸川は土佐湾に注ぐ高知県東部の二級河川である。7月6日午前4時頃、大雨により安芸川の流量増加に伴い、安芸市柵ノ木地点では最高水位が3.95mを記録し、氾濫危険水位を95cm超過、既往最高である平成16年の2.99mを更新した。宿毛市において氾濫メカニズムを検討した結果、流下能力不足、水門やポンプの機能不全、背水現象による自然流下不能に分類された。

岡山県倉敷市真備町では小田川とその支川（末政川、高馬川、真谷川）において8か所の決壊および数か所の法崩れが発生した。堤防の被災箇所を踏査し、高精度表面波探査及び高密度電気探査を実施して調べた。今回の河川堤防の決壊の原因は越流破堤によるものが支配的であると指摘されているが、本調査により河川水位の上昇及び堤体への漏水によって、堤体の川裏法面において、すべり的な崩壊が発生していることが分かった。これにより越流が発生するまでに、堤体敷の幅が大きく浸食され、その後の越流の発生によって堤体がより急速に浸食されると推察された。

小田川と高梁川の合流点の改修事業は、小田川の下流区間の洪水時の水位低下に加え、低速流の解消により土砂輸送能力の向上も同時に見込める。そこで樹林繁茂に及ぼす影響の把握を目的として、主に河床面の移動速度とその時の力学的な平衡状態の両者から河床材料の新陳代謝の活性度の推定を試みた。その結果、同改修事業による洪水時の水位低下は河床材料の新陳代謝を活性化させ、樹林繁茂の緩和への寄与が期待できることが分かった。

日本国内では、発災後短時間で被災地の画像を取得し、被害状況や二次災害の危険状況の把握を可能とすることを目的として、Lバンド合成開口レーダー

「PALSAR-2」を搭載した陸域観測技術衛星2号「だいち2号」(ALOS-2)が運用されている。本研究では合成開口レーダー画像を用いて西日本豪雨水害の被災箇所(岡山県倉敷市真備町, 広島県広島市東部, 東広島市, 呉市, 山口県周南市, 岩国市)で被災箇所の抽出を過食混合法で試みた。真備町は浸水域をそれ以外は斜面崩壊を対象とした。比較的スケールが大きい斜面崩壊は抽出可能であった。真備町は広域の浸水であったため抽出が可能であった。また浸水域とDEMデータから浸水深を推定した。その結果, 実測比較して10cm程度の誤差であった,

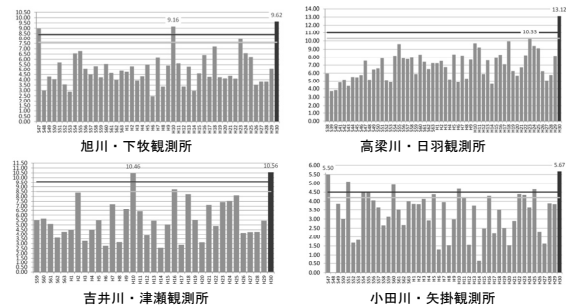


図 11 各観測所における年間最高水位の経年変化

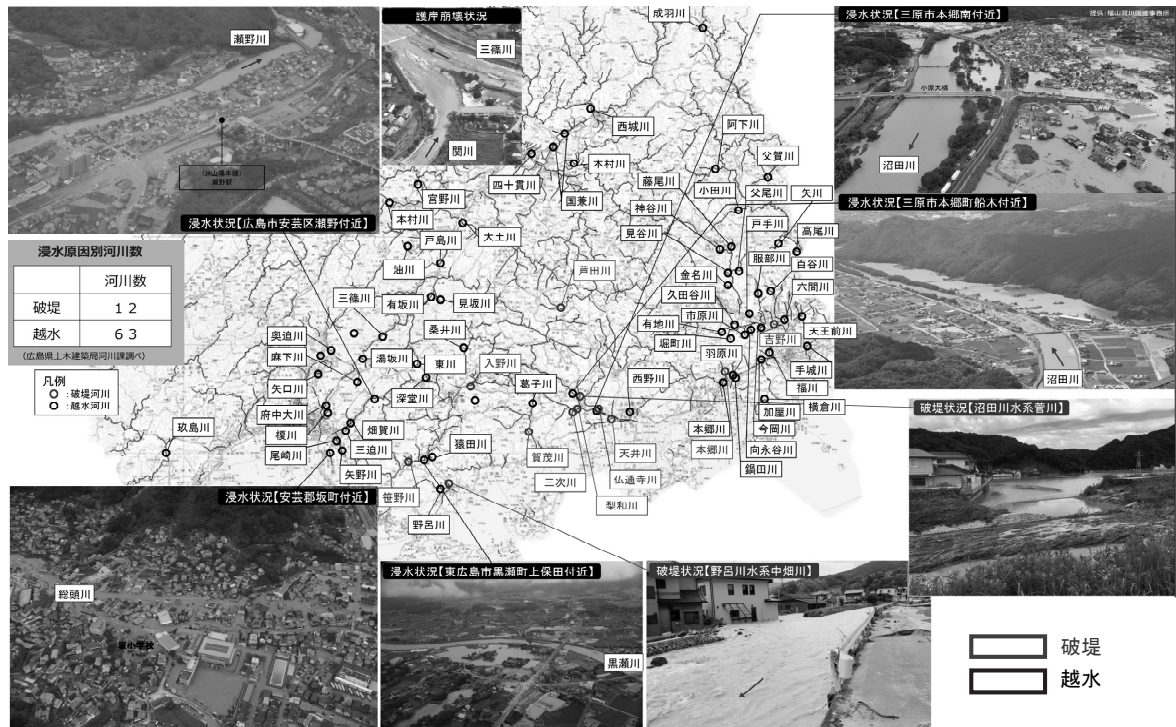


図 10 広島県管理河川の被災状況 (広島県, 2018)

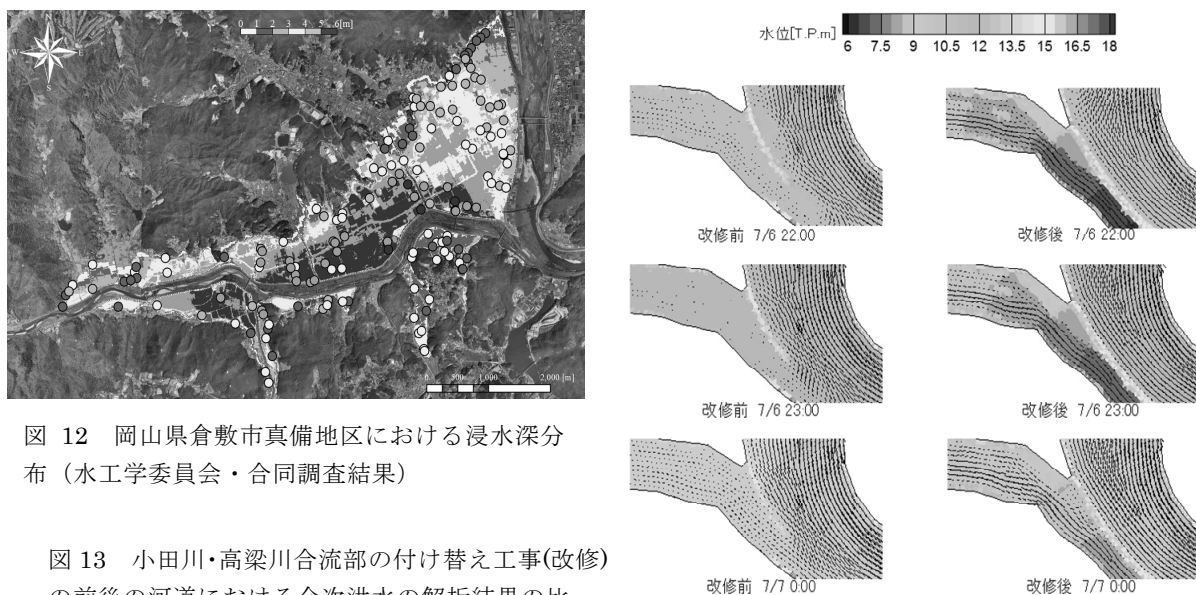


図 12 岡山県倉敷市真備地区における浸水深分布 (水工学委員会・合同調査結果)

図 13 小田川・高梁川合流部の付け替え工事(改修)の前後の河道における今次洪水の解析結果の比

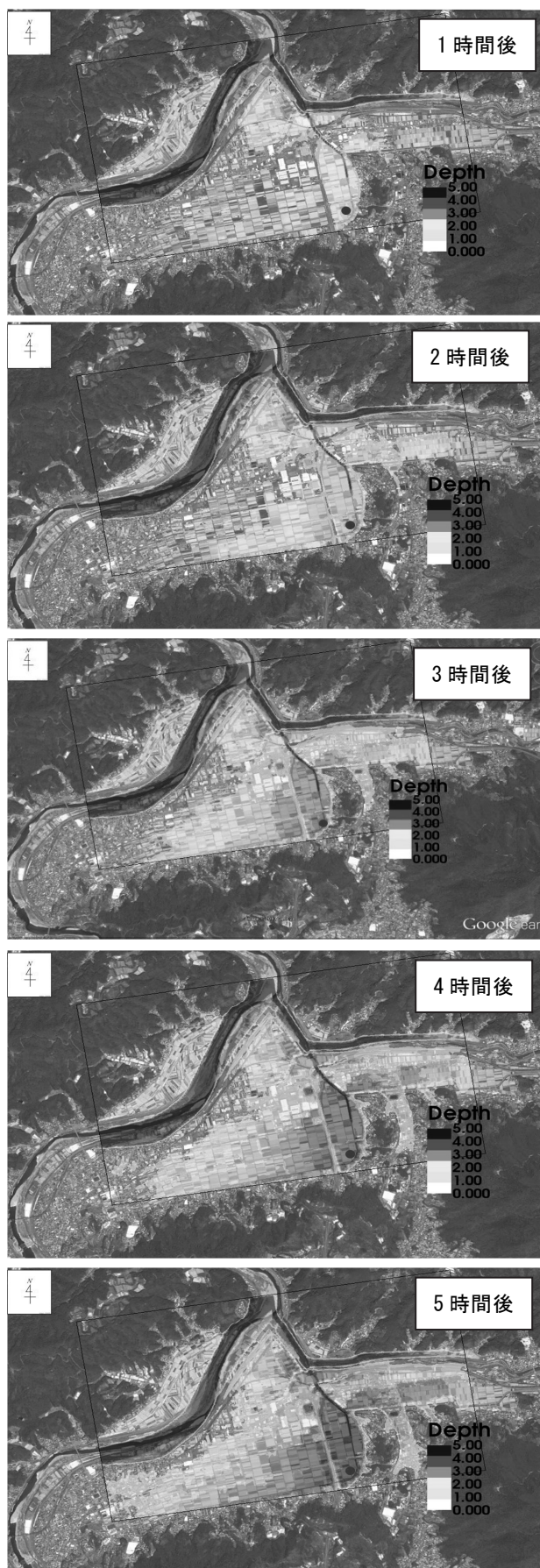


図 14 東大洲地区付近における氾濫解析の結果

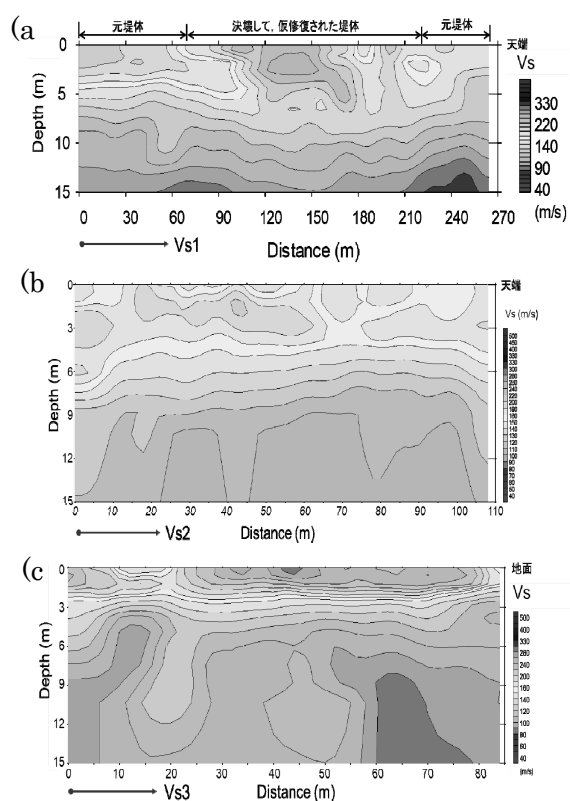


図 15 末政川 0.7k 区域における測線に沿って実施した高精度表面波探査の結果

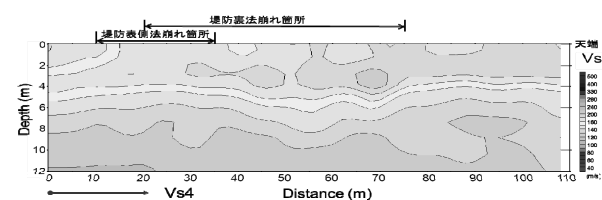


図 16 末政川 0.4k 区域の右岸の堤防における高精度表面波探査の結果

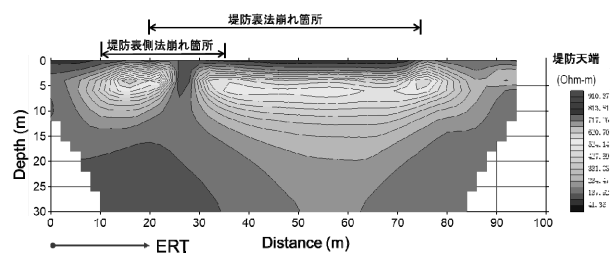


図 17 末政川 0.4k 区域の右岸の堤防における比抵抗分布図

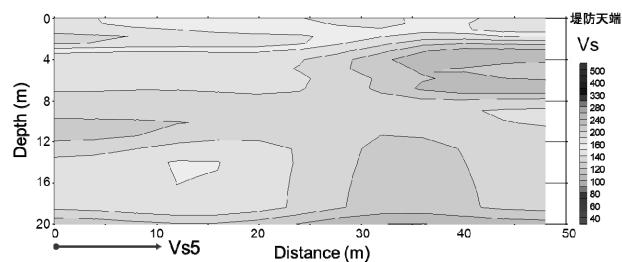


図 18 小田川左岸堤防における高精度表面波探査の結果

2.3 地盤工学・砂防学グループ

2018（平成30）年7月6日と7日に広島、高知、愛媛などを中心に長時間雨が降り続けるとともに、南西から北東方向に線状降水帯が形成され、降雨強度の強い雨が観測された。その結果、非常に多くの斜面崩壊および土石流が発生し、甚大な被害が発生した。広島県では、降雨が数日間継続し、かつ累加雨量が特に多かったことなどから、これまでの崩壊や土石流以上に流動性の高い洪水流なども目立ち、広い範囲で居住エリアに被害をもたらした。また、道路、水道、鉄道など様々なインフラ施設が土石流により甚大な被害を受けた。特に、広島市安芸区県道34号線で発生した道路利用者に対する土石流災害については今後の研究と対策が必要である。さらに、土石流の数値シミュレーションにより、広島県熊野町や広島市安芸区で発生した土石流の氾濫特性が明らかとなった。広島地域の花崗岩と流紋岩を基盤とする山地では、地形変化に効果的な時間スケールにおける降水量が増えて表層崩壊が発生する閾値が約80mm/3hであると推定された。また、広島市・坂町・呉市周辺の空中写真をもとに、崩壊・土石流の分布図を作成し、発生場の地形・地質的背景も検討した。高知県長岡郡大豊町立川流域では大規模崩壊が発生したが、降雨パターンが深層崩壊をもたらすものとは異なることが明らかとなった。

愛媛県内では、南予地方の宇和島市吉田町、中予地方の松山市、東予地方西部に位置する今治市島嶼部で土砂災害が集中した。これは、平年の降雨が少ないところに連続して多量の降雨があったためである。また、愛媛県宇和島市周辺の岩盤崩壊について現地調査を実施し、岩盤崩壊の特徴について明らかとなったとともに、瀬戸内海沿岸・松山市島嶼部の興居島で発生した崩壊・土石流に対して、衛星画像から崩壊分布図を作成し、その分布特性を把握した。さらに、宇和島市・西予市にまたがる法華津峠・法華津湾周辺の山地斜面について、空中写真判読を行い斜面災害の分布とタイプを明らかにするとともに、斜面災害タイプごとの地形・地質的背景を検討した。また、愛媛県南予地方で発生した崩壊地の分布密度や崩壊面積率と地質・地形・植生および雨量分布との関係を解析した。その結果、四万十帯砂岩の分布域で崩壊地の分布密度や崩壊面積率がきわめて高くなっており、それには、急斜面の割合と「果樹園」として利用されている土地の広がりが大きく影響していたことを定量的に示すことができた。県内最多の斜面崩壊のあった宇和島市では、吉田町に集中していた。表層崩壊が主ではあったが、深層崩壊が多く見られ、犠牲者を出したものの多くが斜面崩壊のほとんどが深層崩壊であった。

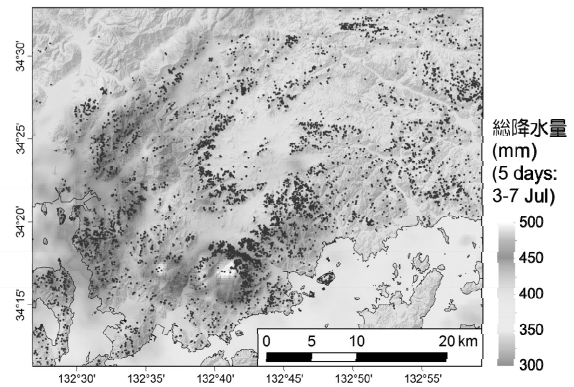


図19 広島における総降水量（背景色）と崩壊源（赤点）の分布

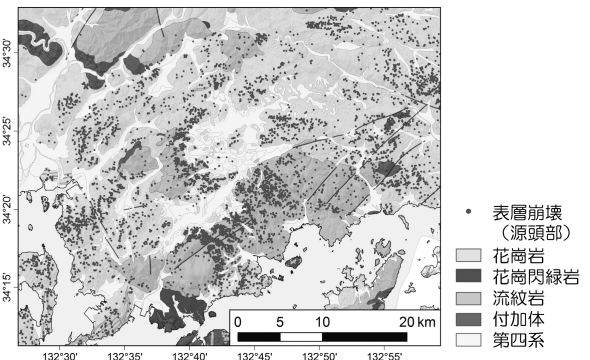


図20 地質（背景色）と崩壊源（赤点）の分布

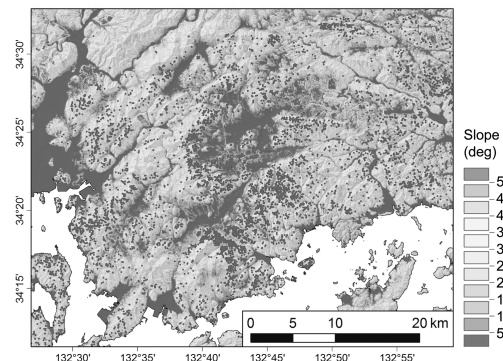


図21 地形（斜面傾斜：背景色）と崩壊源（赤点）の分布

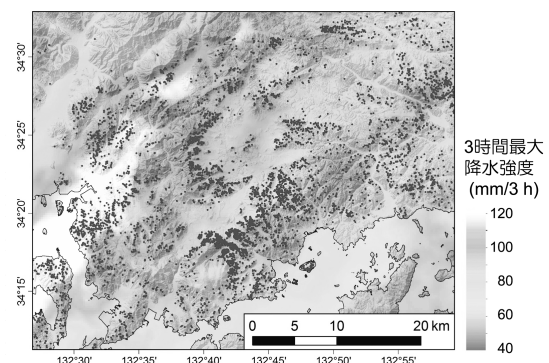


図22 3時間最大降水量（背景色）と崩壊源（赤点）の分布

2.4 防災情報・避難グループ

平成30年7月豪雨では、西日本の広範囲に河川氾濫・土砂災害を引き起こし、200名以上の死者・行方不明者を生み出す結果となった。本研究では、被害の大きかった広島、岡山、愛媛、岐阜、京都を中心に避難情報の発表と被災地域住民の行動（犠牲となった人々の行動や病院や要支援者入居施設における避難支援行動を含む）について調査を行い、下記の成果を得た。

「第1章 被災者行動」と情報においては、Web調査により避難した人の特徴が分析された。分析結果から、避難指示（緊急）が最も切迫した避難情報であることは浸透していたが、それ以前の避難勧告、避難準備高齢者避難開始は避難行動に十分に結びついていないと考えられる。避難情報に関しては、さらに細分化をする動きもあるが、これにより最も切迫したレベルをより危険側に新しく作ることは慎重に行うべきであるといえよう。避難に連動する個人の防災意識については、多重な情報源を持つこと、平常時の防災活動への参加経験が関連している。これらは、地域ぐるみでの活動があれば、より積極的な避難につながることも示唆されている。

「第2章 人的被害の特徴」においては、以下の結果が得られた。

- ・平成30年7月豪雨による直接死者数及び行方不明者数は計230人で、これは昭和57(1982)年7月豪雨以降の風水害として最大の犠牲者数である。ただし、過去には同規模以上の人的被害を生じた風水害事例は多数発生している。一方家屋被害は極端に大きくなく、家屋被害に対し人的被害が大きい事例である。

- ・「土砂」による犠牲者が6割と最も多く、これは近年の風水害と同傾向だが、「洪水」が3割以上と多かったことも特徴である。

- ・「屋内」の犠牲者が6割以上で、これは近年の風水害に比べ高い比率である。

- ・なんらかの「避難行動あり」の犠牲者率は1割強で、近年の風水害と同程度だが、人数で見ると27人以上で、1999年以降の風水害として最多となった。

- ・「土砂」犠牲者の9割が土砂災害危険箇所付近で発生し、これは近年の風水害と同傾向である。

- ・洪水「河川」犠牲者は6割が浸水想定区域付近で発生し、この比率は近年の風水害よりかなり高い。倉敷市など、浸水想定区域指定作業が進んでいる大河川流域で多くの犠牲者が生じたためと思われる。

- ・「洪水」「河川」の9割以上が地形的に洪水の可能性がある「低地」で発生し、これは近年の風水害と同傾向である。地形情報をハザードマップの補助的情報として活用することの重要性があらためて示唆された。

- ・犠牲者の発生時間帯は夜間が7割以上で、近年の風水害に比べ高かった。ただし18～24時が特に多く、いわゆる「寝込みを襲われた」タイプではない。

これらの調査結果から本事例は、近年の風水害としては特筆される大規模な人的被害が生じたことが大きな特徴と言える。一方で、本事例で見られた被害形態の多くは近年の風水害で繰り返し生じているものと言ってよい。倉敷市で顕在化した、「非流失家屋の屋内で多数の死者が発生」という形態は、家屋が流失しにくくなった現代ならではの被害形態とも言えるが、発生した場所はすべて浸水想定区域内で、浸水規模も想定範囲内である。思いもよらない災害が発生したとは言えない。既に整備されている様々な災害情報を活用していくことがさらに重要になっていると考えられる。

「第3章 要配慮者利用施設等の緊急対応に関する課題」においては、高齢者、乳幼児、入院患者等の災害時要配慮者の利用施設の緊急対応に関する調査と一般住民による水害情報の活用状況調査の結果が示された。前者では、愛媛県と岡山県の施設を対象に現地踏査とヒアリング調査を行い、避難行動を起こす上で必要な情報とタイミングについて分析し、施設によっては浸水危険性浸水が始まるぎりぎりまで把握できず、切迫避難となったケースも確認された。一方、過去にも浸水被害を受けた経験を持つ施設では施設管理者が周辺河川の水位情報や上流側の浸水状況をモニターして避難判断をしていた事例もあった。平時から施設の危険性を認識し、避難判断に必要な情報と基準を設定していることが重要であることが再確認できた。また、後者の市民対象の水害情報活用に関するアンケート調査では、情報の種別とその意味を十分理解できていない方が多いことが明らかになった。情報の種別をたびたび改定するのではなく、情報内容の正しい周知活動が必要である。

「第4章 西日本豪雨における避難行動と被災地支援」では、まず、豪雨災害事例の分類モデルとして、「致命的な、破壊的な(F)」、「偶発的、不慮の(A)」、「死活的な、決定的な(C)」、「潜在的な、陰に隠れた(P)」を要素とするFACPモデルを提示するとともに、その考え方を実際の豪雨災害に適用する必要性を述べている。また本豪雨災害におけるC事例を収集し、C事例において地域や組織の連携・過去の災害経験などが関係している可能性について言及した。本豪雨災害においてP事例に該当した京都市伏見区下鳥羽地区を対象とした住民意識調査の結果からは、災害ポテンシャルの認識が高い一方で、P事例であったことを指摘することにより、住民の中で自己反省が促される可能性も確認された。

岡山県倉敷市真備町および矢掛町における初期対応に関する聞き取り調査の結果からは、足が不自由であったため避難勧告等を聞いていても避難しなかった事例もあれば、避難したけれども避難先で十分な対応が得られていない事例、また、救援に関する情報に偏りがあって災害ボランティアを含む救援が早期になされなかった事例、さらには、真備町川辺地区の寺院には明治時代の水害による被害を記した供養塔があり、教育委員会が災害の伝承のために説明プレートを設置していたにもかかわらず、近隣の人たちの中には早期の避難行動を取らないものも多数いたことが分かった。

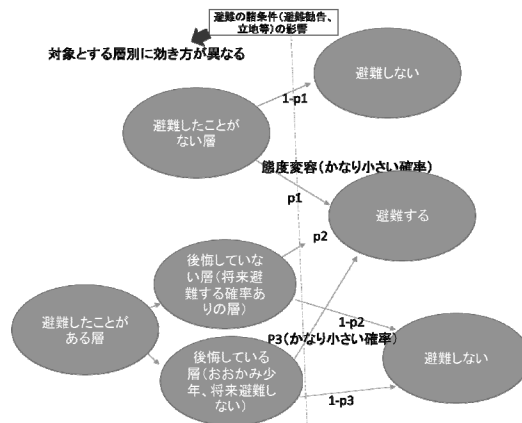


図 27 調査票の設計コンセプト

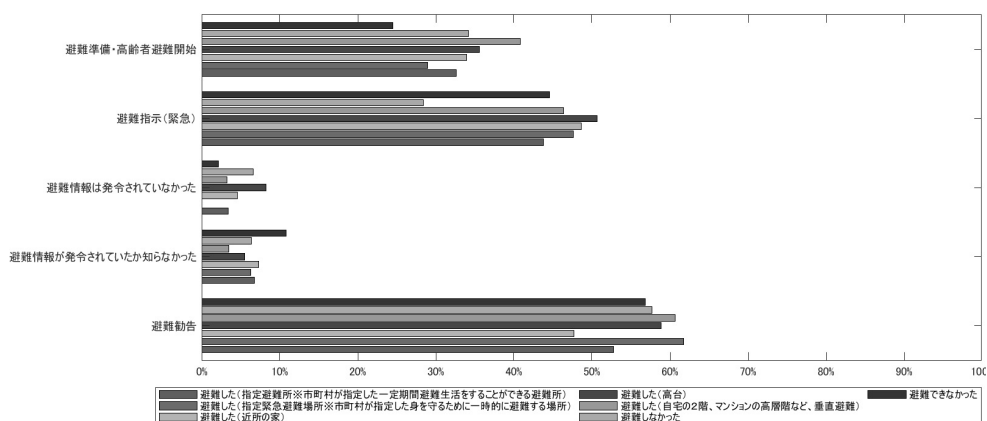


図 28 避難行動と避難情報の関係

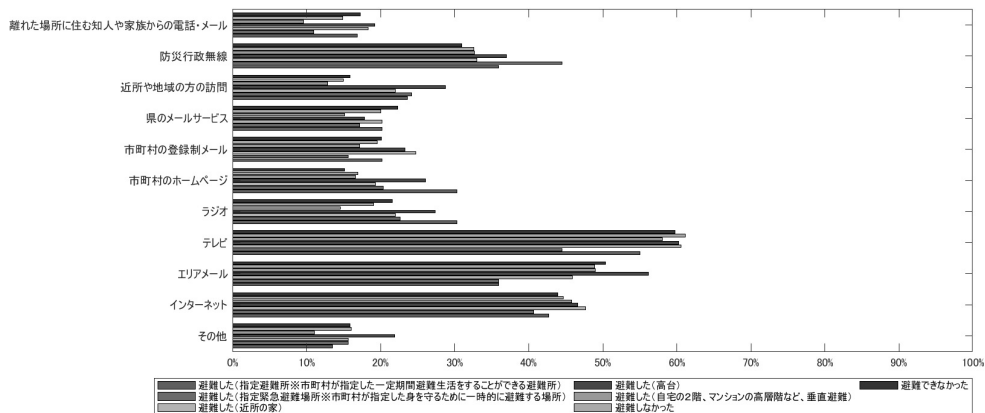


図 29 避難行動と情報源の関係

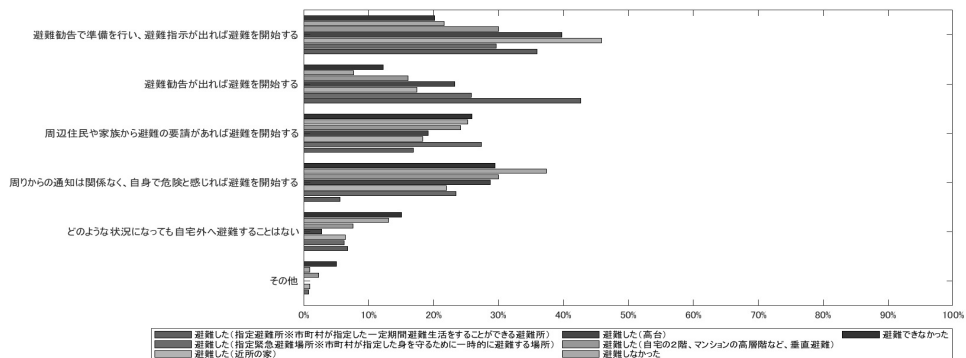


図 30 避難行動と次の災害時の避難開始のタイミング

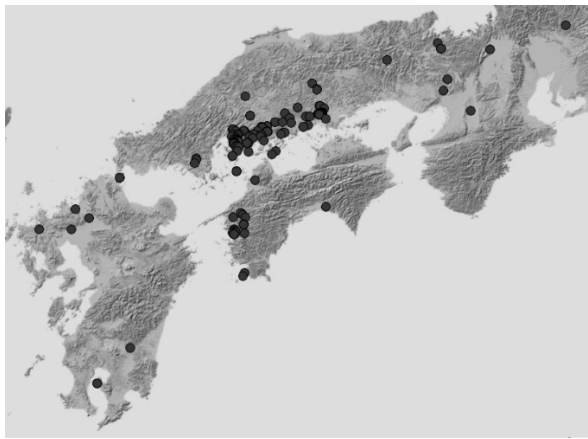


図 31 死者・行方不明者の発生場所（背景は地理院地図(陰影起伏図)）

原因外力

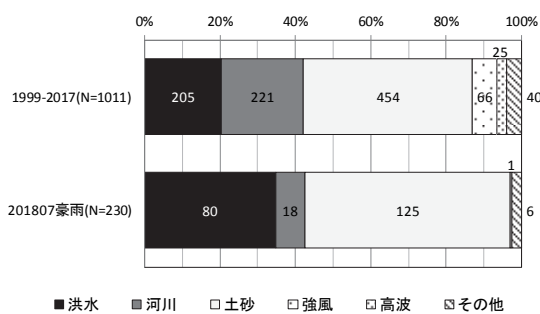


図 33 原因外力別犠牲者数

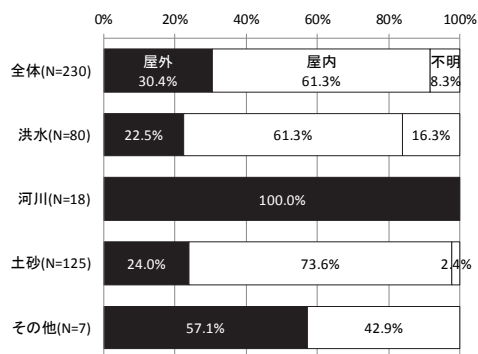


図 34 外力別犠牲者の遭難場所(2018/07 豪雨)

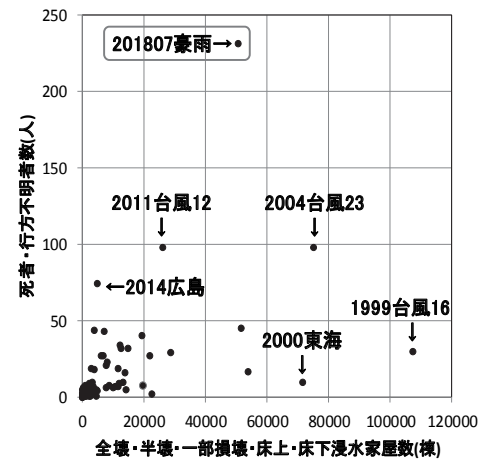
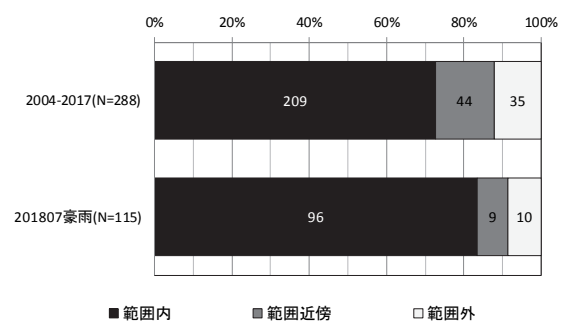


図 32 1999 年以降の豪雨災害における犠牲者数と被害家屋数の関係

土砂災害危険箇所



浸水想定区域

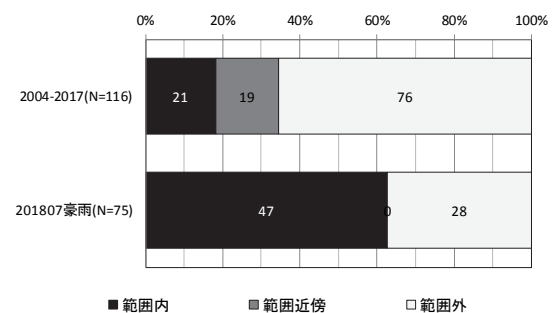


図 35 土砂災害危険箇所・浸水想定区域と犠牲者発生場所の関係

表 1 各施設の避難行動の比較

災害の名称	西日本豪雨災害			
発生日	2018年7月			
河川	小田川	肱川(下流)	肱川(中流)	肱川(上流)
場所	岡山県倉敷市	愛媛県大洲市	愛媛県大洲市	愛媛県西予市
施設	特別養護老人ホームA	特別養護老人ホームB	介護老人保健施設C	グループホームD
階数	平屋	2階建て	5階建て	2階建て
水害想定マニュアル	なし	あり	あり	なし
水害想定避難訓練	なし	あり	一部あり	一部あり
水位情報	確認	確認	確認	確認
避難行動開始の目安	あり(避難勧告)	なし	あり(水位・ダム)	なし
実際に避難したタイミング	避難勧告	避難指示の後	—	避難指示
入所者の避難先	水平避難(系列施設)	垂直避難(2階)	—	水平避難(系列病院)
避難誘導	応援あり	自力	—	自力
避難時の状況	迅速	切迫	迅速	切迫

2.5 災害歴史・災害リスクグループ

岡山県倉敷市の真備町は、1687（貞享4）年の洪水を始め、1852（嘉永5）年まで、矢田川（現在の小田川）と高梁川の氾濫による大洪水は13回を数え、浸水深も1丈7.8尺（約5.5m）に達することが度々あり、今回の洪水による最大浸水深は著者らの現地調査から5.9mであることから、この規模の洪水が頻繁に発生していた「水害常襲地」であったことがわかる。江戸時代に交通の要衝であった川辺宿を守るため、「神楽土手」と呼ばれる土塁の内堤を川辺宿の周囲にめぐらし、明治26年の大洪水で決壊し、川辺の町が壊滅的な被害を蒙るまで、川辺宿を何とか洪水から守っていた。小田川北岸の水害リスクが高い低平地は水田が広がり、1925（昭和元）年や1965（昭和40）年でも住家が徐々に増えているものの、大きな変化は見られない。しかし、農地転用の面積が1970（昭和45）年には26.3ha、同49年が22.5ha、同50年が11.2haとわずか3か年で60haと急増し、人口は、1965（昭和40）年に13,225人であったものが、1980（昭和55）年には20,899人と7,000人強も増加しており、高度経済成長期における戸建て需要の増大により農地を宅地に転用して、住宅建設、「新住民」の転入によって人口が増加していた。現地での浸水痕跡調査から、これらの低平地の農地を転用した宅地では3～6m弱の浸水被害に見舞われており、旧真備町役場（現在の真備支所）、玉島消防署真備分署、真備図書館、倉敷まきび支援学校などの公共機関も甚大な浸水被害が生じていた。公助としての役割を担う公共施設において被災後の復旧が大きく遅れ、住民等への対応に大きな支障をきたす結果となった。

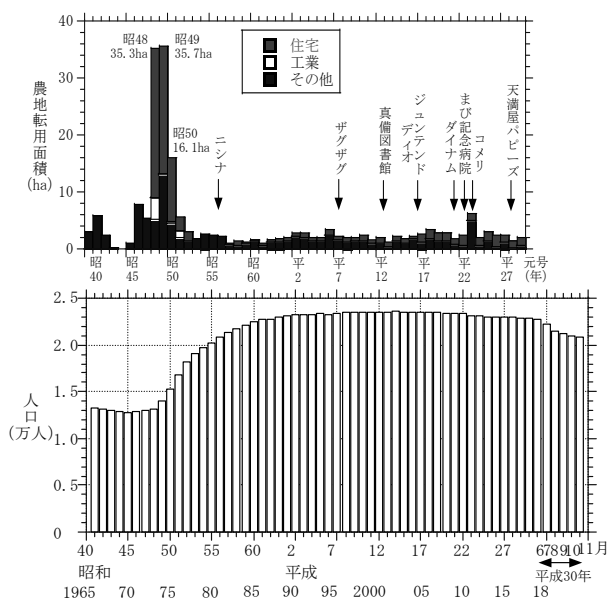


図 36 真備町における人口と農地転用面積 (ha) の推移



写真 2 真備公民館川辺分館の駐車場脇
に現存する「神楽土手」

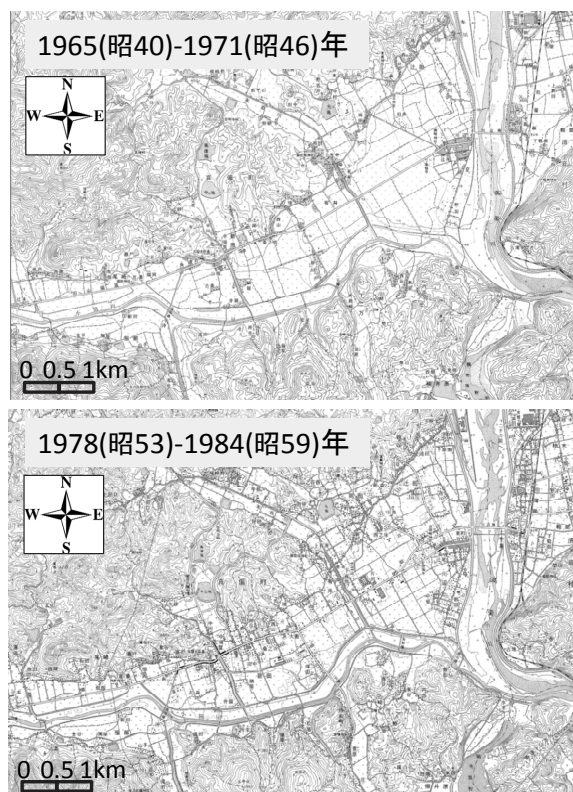


図 37 地形図で見る土地利用の変遷



図 38 真備町川辺地区における農地転用の変遷

平成30年7月豪雨により、多くの土砂災害および河川災害が発生した呉市を対象とし、市街化履歴と災害リスクの関連分析および将来土地利用の検討した。土砂災害危険箇所図と建物GISデータを見ると、対象地内に土砂災害危険箇所内の建物は約30,000存在し、この中で今回の土砂流出エリア内の建物数は約1,000であった。また、土砂災害警戒区域、土砂災害特別警戒区域も広範に広がっていた。このことから、今後の豪雨災害による被災リスクを抱える建物は、未だ多く存在すると言える。土砂災害については、昭和45年以前の宅地の被害が大きいため、戦前もしくは高度経済成長期に開発された山麓部の宅地にて、特に注意が必要と考えられる。また、山麓部の市街地の一部は道路等のインフラが未発達な地区もあり、市街地集約化の必要性が指摘されている対象地において、これらのエリアの今後の土地利用は縮退も含めた検討が必要と考えられる。河川氾濫については、1990年以降に開発された宅地でも被害が多く見られた。特に安浦地区に見られるような、農地転用がなされて開発された宅地では特に必要と考えられる。これらのエリアでは、土地区画整理等がなされ、道路等のインフラも整備されていることから、今後の人口動態も鑑みながら、住宅以外の用途建物の誘致も含めた、土地利用の検討が必要と考えられる。

岡山県倉敷市の真備町川辺地区・有井地区にて避難に関するアンケート調査を実施し、川辺454件、有井229件の回答を集計分析した。避難率は川辺で60%、有井で51%であったが、避難時の浸水状況として川辺で25%、有井で34%がくるぶし以上と回答しており、危険な状況の中での避難が多々あった。防災行政無線が使われていたが雨音が激しく、放送内容を知ることが困難であった。そのため住民は家族や近隣からの呼びかけ、テレビ・ラジオ、エリアメール等で危険を知り避難を始めた。避難の交通手段は川辺で92%、有井で78%が自動車によるもので、洪水の心配がある中での避難としては危険なものであったといえる。有井では避難が夜中から未明に起こり、より危険な状況の避難となり、救助も困難だった。避難に支援が必要な者がいるケースについて、家族人数が1~2人の方が3人以上に比べて、より避難率が低かった。ハザードマップの内容を理解していた人は川辺で25%、有井で20%と少なく、住宅購入、建設時に説明を受けたことがある人も4%とごく少数であった。洪水が心配される土地であったにもかかわらず、説明されていない現状には問題があるといえる。

表 2 呉市における区域区分の変遷

決定及び変更年月日	決定及び変更の内容	市街化区域面積 (ha)	市街化調整区域面積 (ha)
昭和 46年 3月12日	決定 広島県告示第259号	3,263	11,067
48年 12月28日	軽微な変更 広島県告示第1009号	3,383	11,049
54年 6月19日	第1回総合見直し 広島県告示第504号	3,221	11,223
62年 3月2日	第2回総合見直し 広島県告示第184号	3,222	11,248
平成 元年 4月6日	特定保留解除 広島県告示第472号	3,261	11,210
7年 10月30日	第3回総合見直し 広島県告示第1133号	3,412	11,138
12年 9月21日	特定保留解除 広島県告示第7876号	3,426	11,134
16年 5月31日	第4回総合見直し 広島県告示第791号	3,575	11,047
24年 5月31日	第5回総合見直し 広島県告示第519号	3,576	11,046

表 3 土砂流出エリア内と河川氾濫エリア内の宅地開発年代別建物数

土砂流出		河川氾濫	
年代	被害建物棟数 (棟)	年代	被害建物棟数 (棟)
昭和23年以前	1103	昭和23年以前	504
昭和23年～昭和36年	73	昭和23年～昭和36年	101
昭和36年～昭和45年	188	昭和36年～昭和45年	239
昭和45年～昭和56年	403	昭和45年～昭和56年	98
昭和56年～平成3年	124	昭和56年～平成2年	9
平成 3年～平成12年	89	平成 2年～平成12年	24
平成12年～平成21年	20	平成12年～平成18年	53
平成21年以降	1		
不明	2		
計	2003	計	1028

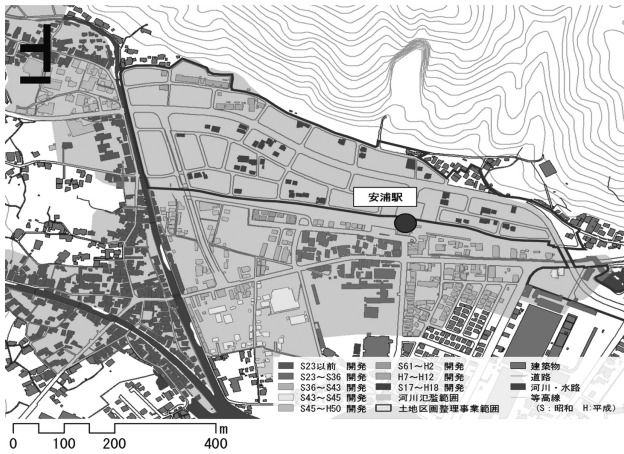


図 39 河川氾濫エリアと宅地開発時期の重ね合わせ (安浦地区)

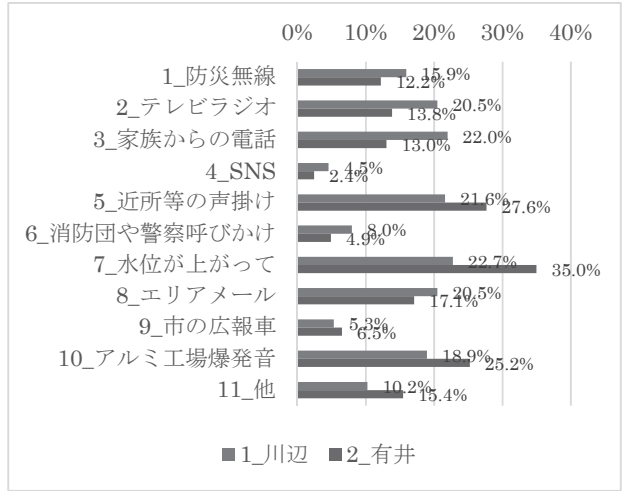


図 40 避難のきっかけ (問 12, MR, 3 つまで)

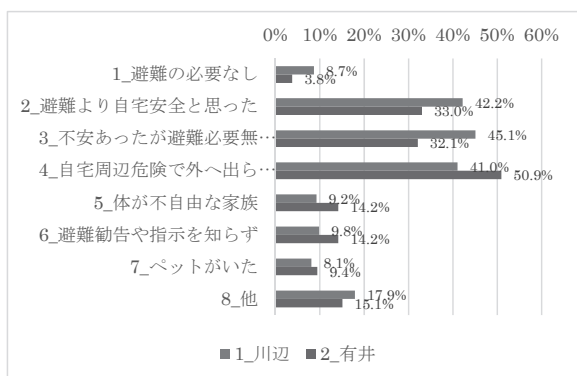


図 41 避難しなかった理由 (問 18, MR, 3 つまで)

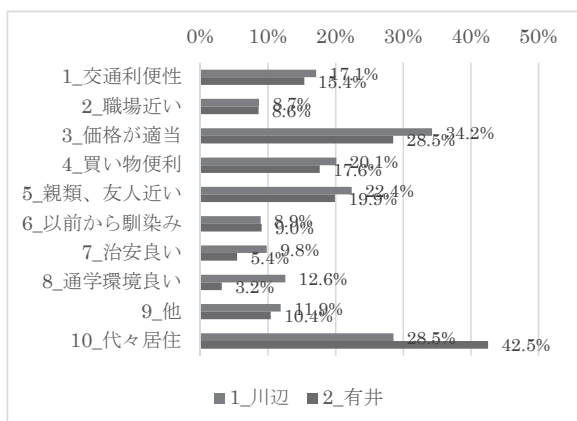


図 42 真備に住むことを決めた理由 (問 23, MR)

3 おわりに

「平成30年7月豪雨」について、①気象、②水文学・河川工学、③地盤工学・砂防学、④防災情報・避難、⑤災害歴史・災害リスクの5つ調査研究グループを構成して、①数日にわたり広域的な豪雨を継続させた線状降水帯の発生解明、②大規模な洪水災害を引き起こしたメカニズムの解明、③多発した土砂災害におけるメカニズムの解明、④防災情報の住民への伝達と避難の実態解明、⑥都市開発の歴史と災害リスクの変遷に焦点を絞り、得られた研究成果の一部について報告した。

なお、これらの成果は参考文献にも示したが、これ以外にも多くの研究成果があるが、紙面の制約上、割愛している。

謝 辞

本研究は、平成30年度科学研究費補助金特別研究促進費「平成30年7月豪雨による災害の総合研究」(研

究代表者：山本晴彦，課題番号：18K19951)により実施されたものである。交付に当たっては、文部科学省研究開発局地震・防災研究課と自然災害研究協議会の関係者の方々にご尽力を賜った。本研究の実施に際しては、関係機関から各種の気象・河川水位データ、国土数値データ、被害資料等の提供を受けるとともに、被害調査やアンケート調査等では被災地の方々に多大なご協力を頂いた。ここに厚く謝意を表します。

なお、本稿は平成31年3月20日に発行した『平成30年7月豪雨による災害の総合研究 報告書』，同月27日に広島市の中国新聞ホールで開催したオープンフォーラム（成果報告会）での資料に基づいて作成したものである。

最後に、平成30年7月豪雨でお亡くなりになられた多くの方々のご冥福をお祈り申し上げるとともに、被災された方々に心からお見舞いを申し上げます。

参考文献

- (1) 山本晴彦 他5名：2018年7月豪雨により倉敷市真備町で発生した洪水災害と土地利用の変遷，自然災害科学，38(2)，印刷中，2019.
- (2) 山本晴彦 他5名：2018年7月豪雨により広島県で発生した土砂災害と土地利用の変遷，自然災害科学，38(2)，印刷中，2019.
- (3) 山本晴彦 他7名：2018年7月豪雨により山口県東部で発生した洪水・土砂災害の特徴，自然災害科学，38(2)，印刷中，2019.
- (4) 海堀正博 他18名：平成30年7月豪雨により広島県で発生した土砂災害，砂防学会誌，71(4)，49-60，2019.
- (5) 佐藤剛 他4名：平成30年7月豪雨によって発生した愛媛県興居島の崩壊分布と土砂移動プロセス，日本地すべり学会誌，56(3)，p. 129-134，2019.
- (6) 笹原克夫 他14名：平成30年7月豪雨によって四国地方で発生した土砂災害，砂防学会誌，71(5)，p. 43-53，2019.